Aus dem Laboratorium der städt. Krankenanstalten zu Mannheim.

Der Einfluß der Nahrungszufuhr auf den Gaswechsel des Kaltblüters.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe

einer

Hohen medizinischen Fakultät

der

Universität Marburg

eingereicht von

Bernhard Elsas,
approb. Arzt aus Marburg a. L.

Marburg 1913.
Druck von R. Oldenbourg in München.

Aus dem Laboratorium der städt. Krankenanstalten zu Mannheim.

Der Einfluß der Nahrungszufuhr auf den Gaswechsel des Kaltblüters.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe

einer

Hohen medizinischen Fakultät

der

Universität Marburg

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

eingereicht von

Bernhard Elsas,
approb. Arzt aus Marburg a. L.

Marburg 1913.
Druck von R. Oldenbourg in München.

Angenommen von der medizinischen Fakultät Marburg
am 7. Mai 1913.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.
Referent: Geh.-Rat Professor F. Schenck.

Dem Andenken meines Vaters

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41556030_0020

Eine große Anzahl von Untersuchungen der letzten Jahre hat sich mit der Aufgabe beschäftigt, die Größe der Verbrennung in den tierischen Zellen durch unverbrennliche, zumeist im normalen Stoffwechsel der Zelle nicht entstandene Stoffe zu beeinflussen. Es ist versucht worden, auf Grund solcher Versuche Einsicht in die Oxydationsprozesse zu erhalten. Demgegenüber fehlen Versuche an Zellen, in denen das Verbrennungsmaterial selbst sich — bei sonst gleichen Bedingungen — in verschiedenen Konzentrationen befindet, weil vorläufig experimentelle Mittel unbekannt sind, um in einzelne Zellen Eiweiß oder Fett einzuführen. Dies gelingt nur an vielzelligen Organismen durch Nahrungszufuhr per os. Solche Versuche sind zu den verschiedensten Zwecken an warmblütigen Tieren ausgeführt worden. Es seien hier nur die Namen C. Voit, Rubner, Zuntz, v. Mering, Johannsen genannt. Zu allen diesen Versuchen ist der Kaltblüter nicht genommen worden, obwohl an ihm die Stoffwechselverhältnisse einfacher liegen. Während nämlich beim Warmblüter die Regulation der Körperwärme durch den Stoffwechsel stattfinden kann und Stoffwechselexperimente am Warmblüter, wie Rubner gezeigt hat, von der störenden Beeinflussung dieser Regulation nur dadurch zu befreien sind, daß man dabei Außen-

temperaturen anwendet, die den Einfluß der chemischen Wärmeregulation ausschalten, ist der Kaltblüter durch das Fehlen der Wärmeregulation das geeignete Tier zur Beantwortung der Frage: Hat die Einführung brennbaren Materials Einfluß auf die Größe der Verbrennung? Beim Kaltblüter ist der Einfluß der Nahrungszufuhr auf den Stoffwechsel zuerst von Georges Weiß[1]) untersucht worden. Er hatte vier unter sich getrennte Messingbehälter von je 3 l Inhalt, die in Wasser mit konstant gehaltener Temperatur von 15° untertauchten; in zweien dieser Behälter hielt er Frösche nach verschiedener Fütterung, in den anderen Kontrollfrösche, beide Sorten gleichzeitig 24 Stunden in Versuch. Nach Beendigung des Versuchs entnahm er eine Gasprobe zur Analyse. Um Bewegungen der Tiere auszuschalten, zerstörte er ihnen das Vorderhirn; wann er diese Operation vornahm, gibt er nicht an. Die Nahrungsdarreichung bestand teils in subkutaner Injektion von Traubenzucker, teils in Verfütterung von Fleisch. Die Versuche fanden im Februar und März statt. Weiß fand eine starke Steigerung des Stoffwechsels durch die Fleischfütterung, keine Steigerung durch die Traubenzuckerzufuhr. Beide Nahrungsstoffe wurden in Mengen gegeben, deren kalorischer Gehalt dem des Hungerumsatzes überlegen war. Der Wert der Versuche von Weiß wird beeinträchtigt dadurch, daß er nicht an normalen Tieren arbeitete, sondern an solchen, denen er das Großhirn zerstört hatte. Wenn schon ein Stich in die Streifenhügel (»Wärmestich«) Fieber erzeugen kann, so ist es doch wohl möglich, ja fast wahrscheinlich, daß durch einen solchen Eingriff der Stoffwechsel beeinträchtigt wird, zumal noch Entzündungs- und Resorptionsvorgänge von der Operation her im Spiel sein können. Ferner hat Weiß die Tiere in dem geschlossenen Raum atmen lassen, ohne die erzeugte CO_2 abzuführen. Schließlich ist noch einzuwenden, daß die Fütterung mit Fleisch nicht einer Fütterung mit reinem Eiweiß gleichzuerachten ist. Zu bedenken ist noch, daß die Versuche, die im Februar und März gemacht sind, bei dem großen Unterschied, der im Stoffwechsel des Frosches zu den verschiedenen

1) Journ. de Physiol. et de Pathol. générale 1910, t. 12 p. 457.

Jahreszeiten besteht, keine bindenden Schlüsse auf die übrigen Jahreszeiten zulassen. Nach alledem erschien es angezeigt, nochmals, zu anderer Jahreszeit und mit anderer Methodik, der Frage der Beeinflussung des Stoffwechsels durch die Zufuhr von Nahrung beim Kaltblüter näherzutreten. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es daher, zu prüfen, wie die Zufuhr der drei isolierten Nahrungsstoffe Eiweiß, Fett und Kohlehydrate die Größe des Gesamtwechsels der organischen Stoffe beim Frosch beeinflußt. — Dabei ist noch die Frage zu berücksichtigen, was als Maß des Stoffwechsels zugrunde zu legen ist. Da es sich um die in einer bestimmten Zeit im Organismus geschehenden Verbrennungen handelt, kann es sich nur um Reaktionsgeschwindigkeiten handeln oder, wenn man nur die Wärmetönung der betreffenden Prozesse betrachtet, um die Verwandlungsgeschwindigkeit chemischer Energie in Wärme. Wir wollen im folgenden die Oxydationsgeschwindigkeit zugrunde legen, d. h. die aufgenommenen Kubikzentimeter O_2 pro kg Tier und Stunde, als Mittelwert aus 20—24stündigen Versuchen an zehn Individuen berechnet.

Diese »Oxydationsgeschwindigkeit« setzt sich aus zahlreichen einzelnen Reaktionsgeschwindigkeiten zusammen. Sie ist keine wohl definierte Reaktionsgeschwindigkeit im strengen physikalisch-chemischen Sinne.

Die relativ geringe Zahl unserer Versuche, der Umstand, daß sich die Arbeit auf einen nur kleinen Teil des Jahres erstreckt und nicht Schlüsse für das ganze Jahr zuläßt, verschiedene Schwierigkeiten der Methodik müssen diese Arbeit nur als einen ersten Beitrag zur Lösung, nicht als die Lösung selbst erscheinen lassen zu der Frage: Hat die Einführung oxydablen Materials Einfluß auf die Oxydationsgeschwindigkeit?

Methodik.

Zur Bestimmung des Gaswechsels diente ein modifizierter Regnault-Reisetscher-Apparat. Es ist im wesentlichen der gleiche wie der von E. J. Lesser[1]) beschriebene. Die Tiere befanden sich in einem Rezipienten, der die Form eines Exsikkators hatte,

1) Zeitschrift für Biologie Bd. 54 S. 1.

mit abnehmbarem, aufgeschliffenem und eingefettetem Deckel. Eine durch einen Elektromotor betriebene Pumpe mit Quecksilberventilen erzeugt einen Luftkreislauf in einem streng von der Außenluft abgeschlossenen Röhrensystem, in das der Tierrezipient, zwei Röhren mit Barytwasser und 2 Gaskolben zur Entnahme von Luftproben zu Beginn und zu Ende des Versuches eingeschlossen sind. Die Druckverminderung infolge des O_2-Verbrauches bei Bindung der CO_2 bewirkt ein Überfließen von $CaCl_2$-Lösung in einen O_2-Gasometer, wodurch wiederum das Sinken eines kommunizierenden Niveaus der $CaCl_2$-Lösung bewirkt wird, das die Öffnung einer umgestülpten, mit $CaCl_2$-Lösung gefüllten Flasche eben berührt. Durch die Entfernung dieses Niveaus von der Öffnung der umgestülpten Flasche gluckert $CaCl_2$-Lösung aus dieser heraus und hebt das Niveau wieder bis zur Öffnung der Flasche, den Verschluß der Flaschenöffnung und damit Aufhören des Auslaufens bewirkend. An der Graduierung der Flasche ist somit die in den Gasometer eingelaufene Sperrflüssigkeit abzulesen, also das Volumen, um das der Gasometer an Gas ärmer geworden ist. Das auf 0^0, 760 mm Druck und Trockenheit reduzierte Gasvolumen ante im Gasometer, vermindert um das ebenfalls reduzierte Gasvolumen post, ergibt die absolute in den Rezipienten übergetretene Gasmenge. Die CO_2 wird in den Barytröhren absorbiert und am Ende des Versuches durch Titration bestimmt. Vor Beginn des Versuches kann eine Durchblasung des ganzen Systems mit Luft vorgenommen werden, indem man den Luftstrom durch eine nebengeschaltete, die erste der Barytröhren umgehende, Röhre mit Kalilauge wandern läßt, so daß die durch die zweite Barytröhre gehende Luft frei von CO_2 ist. Vor dieser Kalilaugenröhre ist ein Gaskolben zur Entnahme einer Luftprobe ante eingeschaltet. Die Hähne und aneinanderstoßenden Glasteile des ganzen Systems sind mit Quecksilber gedichtet, Rezipient und Gasometer unter Wasser versenkt. Die Barometerablesung geschieht mit dem Lambrechtschen Quecksilberbarometer, mit einer Genauigkeit von 0,05 mm. Die Temperatur des O_2 im Gasometer wird durch ein Thermometer im umgebenden Wasser abgelesen, während ein zweites im Rezipienten dessen Temperatur direkt ergibt.

Der Druck im Innern des Rezipienten ist abzulesen an einem an ihm angebrachten Manometer mit $CaCl_2$-Lösung. Die Gasanalyse wird vermittelst des Haldaneschen Apparates gemacht. Vor Beginn des Versuches, nachdem die Tiere im Apparat sind und alles vorbereitet ist, werden die Hähne des Apparates so gestellt, daß Luft von außen angesaugt wird, die ihren Weg zuerst durch einen Behälter zur Entnahme der Gasprobe ante und dann durch die Röhre mit KOH nimmt, weiter durch den Rezipienten, durch die zweite Barytröhre und wieder nach außen. So wird 10 bis 15 Minuten gemischt; dann wird Temperatur und Barometerstand abgelesen und sofort danach die Hähne umgestellt, so daß der Luftkreislauf in sich geschlossen die Verbindung mit der Außenluft verliert und die Luft jetzt ihren Weg durch einen anderen Gasbehälter und statt durch die Röhre mit KOH durch eine Barytröhre nimmt, bevor sie durch die andere Barytröhre geht.

Es wurden 20—24 stündige Versuche mit Rana esculenta männlichen Geschlechts gemacht. Für die einzelnen Gruppen wurden nach Möglichkeit gleich schwere Frösche abgewogen. Zum Vergleich wurden in den Fütterungsversuchen und in den Hungerkontrollversuchen möglichst gleich schwere Gruppen von Fröschen genommen; in den meisten Versuchen dieselben Frösche zu dem vorangehenden Hungerversuch und dem darauf folgenden Fütterungsversuch. Die Fütterung mit Kohlehydraten bestand in Zufuhr von Traubenzucker in Form von Pillen mit Bol. alba als Konstituens und in subkutaner Injektion; Fütterung mit Fetten in Zufuhr von Olivenöl und Schweinefett; die Fütterung mit Eiweiß in Zufuhr von Tabletten aus reinem Kasein und Eierweiß. Außerdem wurde einmal auch eine Fütterung mit Kaulquappen vorgenommen; die Fütterung per os fand so statt, daß den Tieren unter vorsichtiger Manipulation mit einem Glasstab die Nahrung bis in den Magen gestopft wurde. Es wurde stets unmittelbar bis zu 3 Stunden vor dem Versuch gefüttert. Die Menge des Verfütterten wurde bemessen nach dem Hungerumsatz der Frösche und es wurde gefüttert in Mengen, welche zur Oxydation die gleiche Menge Sauerstoff bedürfen, wie die Tiere in Hunger in 24 Stunden aufnahmen, sowie in Mengen, welche zur Oxydation

mehr und weniger Sauerstoff verbrauchten, als diese Größe betrug. Wir wollen für diese Mengen der Kürze halber hier die Ausdrücke isopein (ἡ πεῖνη, der Hunger), hypopein und hyperpein gebrauchen. Diese unsere Einteilung der Nahrungsmengen soll nicht die Erwartung voraussetzen, daß der Organismus gerade mit einer isopeinen Menge in dem Sinne haushälterisch umgeht, daß er ihre Verwertung auf die Zeit, für die diese Menge isopein berechnet ist, gleichmäßig verteilt. Für je geringere Zeitabstände wir den Hungerumsatz berechnen und ihm hinsichtlich der Sauerstoffkapazität gleichwertige Mengen füttern, um so weniger werden wir die Konzentration an Nahrungsstoffen mit einem Male erhöhen; für je weitere Zeiträume wir dem Hungerumsatz entsprechend füttern, um so mehr müssen wie eine Überschwemmung des Organismus mit jeder Gabe annehmen. Zur Berechnung der Nahrungsmengen in Beziehung zum Hungerumsatz sind die bei Loewy[1]) angegebenen Zahlen benutzt worden; ein Milligramm Glykogen entspricht 0,828 ccm Sauerstoff; 1 mg Fett 2,019 ccm O_2; 1 mg Eiweiß 0,966 ccm O_2.

Über die Quantität der Dosen im einzelnen, siehe Beschreibung der einzelnen Versuche und Generaltabellen, ebenso über Dauer des vorangegangenen Hungers und die Anzahl der Fütterungstage vor dem Versuch. Vor dem Beginn des Versuches wurde den Tieren die Blase ausgedrückt; am Schluß jedes Versuches wurden die Tiere einzeln herausgenommen, der Urin aus der Blase in ein Sammelgefäß ausgedrückt; die Frösche einzeln mit destilliertem Wasser abgespült, um an ihnen haftende Exkrete nicht zu verlieren, die Exkrete in dem Rezipienten unter Nachspülung mit destilliertem Wasser aufpipettiert und gesammelt. In den mit Kaolin (nach Michaelis-Rona) enteiweißten Exkreten wurde nach Kjeldahl der N, außerdem Zucker, wenn vorhanden, quantitativ (nach Bertran) bestimmt. Nach Möglichkeit wurde der Versuch sofort abgebrochen, wenn ein Frosch während desselben gestorben war. Oft war dies nicht möglich, da die Frösche nachts im Versuch starben.

1) Loewy, Handb. d. Biochemie von Oppenheimer Bd. 4 S. 278.

Als Beispiele seien am Schluß zwei Protokolle angefügt, von denen eines einem Versuch mit exzeptionell großem Fehler des berechneten O_2, ein anderes einem Versuch mit besonders kleinem Fehler des O_2 entnommen ist.

Kritik der Methodik.

Die Methodik des Respirationsversuchs und der Gasanalyse bereitet keine Bedenken. Die Gasanalyse der abgesperrten Luftproben ante und post gibt eine Kontrolle bezüglich der Genauigkeit der Sauerstoffbestimmung. Die Differenzen im berechneten und gefundenen Sauerstoffgehalt betragen durchschnittlich 0—2%, was einer absoluten Differenz von 0—8 ccm entspricht. Nur zweimal sind in unseren Versuchen größere Fehler (um 6%) gefunden worden. Diese Kontrolle der Genauigkeit der O_2-Bestimmung ist als prozentualer und absoluter Fehler in der Generaltabelle bei allen Versuchen angegeben.

Die Hauptschwierigkeiten, Bedenken und Fehlerquellen bei unserer Arbeit liegen nicht in der Respirations- und gasanalytischen Methodik, sondern in der Beschaffenheit des Frosches und Eigenarten der Versuchsanordnung, die sich aus ihr ergeben müssen. Zunächst macht die Dosierung des Futters große Schwierigkeiten bei einem so kleinen Tier. Um dieser Schwierigkeit aus dem Weg zu gehen, gab ich anfangs in einem Teil der Versuche Fett und Traubenzucker in Form von Pillen, deren Grundsubstanz Bolus alba war, in der Erwartung, daß Fütterung mit Bolus an sich keine Steigerung des Stoffwechsels hervorrufen würde. Zu dieser Erwartung schienen denn auch die ersten Versuche zu berechtigen, in denen Traubenzuckerboluspillen, wenn überhaupt, dann nur eine recht unbedeutende Steigerung des Stoffwechsels hervorriefen, und ebenso auch Versuche (11—13), in denen Bolus alba gemeinsam mit einem für den Stoffwechsel indifferenten Fett, nämlich Lanolin, gegeben wurde. Ein wesentlich später angestellter Versuch (52), in dem eine solche Lanolinboluspille zu einer Fütterung zugelegt wurde, die vorher keine Steigerung zur Folge hatte, zeigte allerdings eine Steigerung des Stoffwechsels. Einen Kon-

trollversuch mit reiner Bolusfütterung allein machte ich im Vertrauen auf die anfänglichen Resultate, die Bolus als indifferent erscheinen ließen, erst gegen Schluß meiner Versuche. Das Ergebnis dieses Versuches war, daß eine ziemlich starke Steigerung des Stoffwechsels, nämlich um 25%, eintrat. Wenn dieses Resultat nicht nur eine zufällige stärkere Schwankung des Hungerstoffwechsels ist, die allerdings sich nicht in diesem Maße in meinen Untersuchungen findet, dann würde der Wert meiner Versuche mit Bolusfütterung stark beeinträchtigt sein, wäre nicht doch zugunsten dieser Versuche die obenerwähnten Gründe anzuführen, besonders, daß nach der Fütterung mit gleich großen Boluspillen mit Traubenzucker nur eine ganz geringe Steigerung des Stoffwechsels eingetreten war, bedeutend geringer als nach Verfütterung von reinem Bolus. Ich muß mir jedenfalls weitere Kontrollversuche mit Boluspillen möglichst für dieselbe Jahreszeit vorbehalten, da ein einziger Versuch noch keine bindenden Schlüsse erlaubt. Immerhin sind demnach die Fütterungsversuche mit den Boluspillen mit Vorsicht zu beurteilen.

Ein bedauerlicher Umstand an der Methodik unserer Versuche ist, daß die gefütterten Tiere und die hungernden Kontrolltiere sich nicht bei genau derselben Temperatur untersuchen ließen, deshalb, weil, wie nachher gezeigt wird, der Hungerstoffwechsel sehr weitgehend von der Außentemperatur abhängig ist.

Eine erhebliche Störung der Versuche trat durch das Absterben der Frösche während des Versuches ein. Auch Erbrechen der Frösche nach der Nahrungsaufnahme mußte ich mehrmals beobachten; doch konnte ich außer in einem Falle den eben erst begonnenen Versuch wegen dieser Störung noch abbrechen. In den Versuchen, in denen Frösche gestorben waren, ist das Minimum des Sauerstoffs, den jedes Kilogramm Tier pro Stunde verbraucht haben muß, ausgerechnet, unter der Annahme, daß das zu einer unbekannten Zeit während des Versuches gestorbene Tier bis zuletzt mitgeatmet habe. Es kommt ja hauptsächlich auf die Berechnung dieses Minimums an, da man die Größe des verbrauchten O_2 auf eine Steigerung gegen den O_2 des Hungerkontrollversuches hin betrachten will. — Als Vorteil unserer Versuchsanordnung

im Gegensatz zu den Versuchen von G. Weiß ist einmal zu erwähnen, daß in diesen Versuchen die Frösche wirklich mit den isolierten Nahrungsstoffen gefüttert worden sind; ferner daß sich die Fütterung der Tiere nicht so sehr von den Normalbedingungen entfernt, da die Frösche um diese Jahreszeit fressen, während sie Weiß zu einer Jahreszeit untersucht hat, in der sie hungern. Ferner sind in meinen Versuchen nur unverletzte Frösche genommen worden.

Systematische Beschreibung der einzelnen Versuche und ihre Ergebnisse.

A. Hungerstoffwechsel.

Wir müssen zunächst den Hungerstoffwechsel daraufhin betrachten, ob er eine solche Konstanz aufweist, daß Änderungen desselben nach Fütterung irgendwelche Schlüsse zulassen. Eine solche Konstanz des Hungerstoffwechsels besteht in unseren Versuchen. Denn nicht nur innerhalb derselben Gruppe zeigt die Größe des Sauerstoffverbrauchs eine außerordentliche Konstanz (Schwankungen innerhalb derselben Gruppe sind nur bis 15% beobachtet, und zwar in den Versuchen 9 und 10, die bei stark differierenden Temperaturen verlaufen sind), sondern auch unter verschiedenen Gruppen besteht bei gleicher oder annähernd gleicher Temperatur eine große Konstanz des Hungerstoffwechsels. Zur Übersicht stelle ich hier die Werte der Hungerversuche zusammen:

Hungerversuche:

Nr. des Versuchs	Datum des Versuchs	Wievielter Hungertag?	$Q = CO_2/O_2$	O_2 pro kg u. Stunde	Temperatur
5	8. VI. 12	10.	0,90	?	18,9
6	9. „ „	11.	0,84	67!	18,9!
9	13. „ „	15.	0,87	65!	19,2!
10	14. „ „	16.	0,84	54	18,4
17	22. „ „	24.	0,85	57	19,8
18	23. „ „	25.	0,83	65	20,1
19	24. „ „	26.	0,88	70	20,5
23	2. VII. „	9.	0,71	74!	18,9!
31	10. „ „	17.	0,80	70	20,0
36	16. „ „	6.	0,77	83	22,1

Nr. des Versuchs	Datum des Versuchs	Wievielter Hungertag?	$Q = CO_2/O_2$	O_2 pro kg u. Stunde	Temperatur
37	17. VII. 12	7.	0,77	83	22,2
42	22. „ „	12.	0,78	82	21,1
43	23. „ „	13.	0,80	75	20,9
48	28. „ „	18.	0,82	84	21,4
49	29. „ „	19.	0,80	82	21,2
54	3.–4. VIII. „	24.	0,83	63	19,9
56	19. „ „	8.	0,81	56	19,2
58	21. „ „	10.	0,79	52	18,2
61	24. „ „	5.	0,82	56	18,5

Von welchen Momenten ist nun der Stoffwechsel in seinen Schwankungen abhängig? Zuerst kann man die Abhängigkeit von der Temperatur konstatieren, die so deutlich zutage tritt, daß man schon bei einem ganz geringen Unterschied in der Temperatur zweier Versuche, die hier aus dem Mittel zwischen Anfangs- und Endtemperatur im Rezipienten berechnet ist, eine Schwankung von mehreren Prozent in der Größe von O_2 beobachten kann. Dabei zieht mit großer Regelmäßigkeit ein Steigen der Temperatur auch eine Steigerung der O_2-Größe nach sich, ein Sinken der Temperatur ein Fallen derselben. Die Abhängigkeit der Stoffwechselgröße von der Temperatur veranschaulicht nachstehende Einzeichnung der Werte unserer Hungerversuche in ein Koordinatennetz aus O_2 und Temperatur (s. Fig. 1).

Es geht aus der Zeichnung hervor, daß in diesen Hungerversuchen einer bestimmten Temperatur ungefähr eine bestimmte O_2-Größe entspricht. Nur 3 unter den 18 Versuchen, nämlich Versuch 6, 9 und 23 (sie sind in der Tabelle der Hungerversuche mit einem ! bezeichnet), geben eine deutliche Abweichung von dieser Regel.

Man kann weiterhin eine Abhängigkeit der Sauerstoffgröße von der Dauer des Hungers feststellen. Man betrachte sich daraufhin die Versuche 6, 9 u. 10, 17. In 6 beträgt der O_2 67 ccm bei einer Temperatur von 18,9°; in 9 und 10, aus denen ich die Mittel nehmen muß, um eine annähernd gleiche Temperatur wie in 6 zu erhalten, beträgt der O_2-Verbrauch bei einer Temperatur von 18,8° 59,4 ccm; im Versuch 17 bei der bedeutend höheren Temperatur von 19,8° nur noch 57 ccm usw. Es handelt sich in diesen als Beispiel angeführten

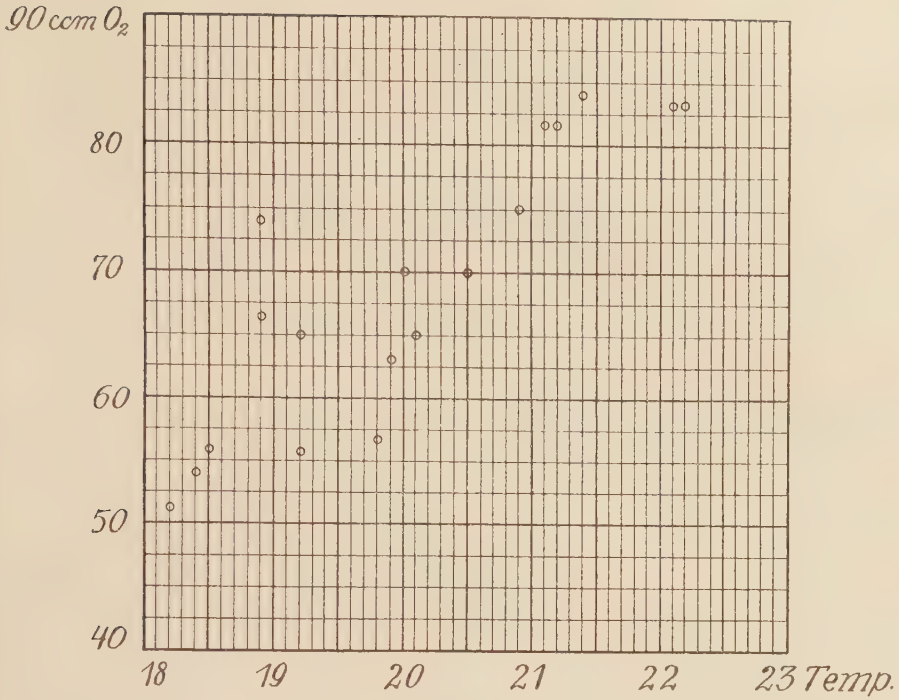

Fig. 1.

Versuchen um Frösche, die an demselben Tag geliefert sind, also zu gleicher Zeit den Hunger begonnen haben.

Ob eine Abnahme der O_2-Größe mit der Jahreszeit stattfindet (Spätsommer), ist nicht genau feststellbar; dafür sprechen die Versuche Nr. 9 und 56, in denen bei gleicher Temperatur anfangs 65, später nur noch 56 ccm O_2 verbraucht worden sind. Dabei hat sogar die Gruppe Frösche in dem ersten Versuch nur 14 Tage gehungert, im zweiten sieben Tage. Anscheinend gegen eine Abnahme des O_2 mit fortschreitender Jahreszeit sprechen die Versuche 10 und 61. Dagegen ist zu bedenken, daß in dem ersten Versuch die Tiere 15 Tage, im zweiten nur 4 Tage hungerten. Gegen die Abnahme des O_2 mit der Jahreszeit sprechen ferner die Versuche Nr. 17 und 54; in dem ersten dieser Versuche haben die Tiere 21, im zweiten 23 Tage gehungert.

Spontane Schwankungen, die man nicht auf die Temperatur zurückführen kann und die sich auch nicht anderweitig erklären

lassen, sind selten und betragen innerhalb einer Gruppe nur wenige Prozent.

Etwas Auffallendes im Verhalten der CO_2 ist bei den Hungerversuchen im allgemeinen nicht aufgetreten. Von der Temperatur ist der respiratorische Quotient nicht abhängig. Es läßt sich beobachten, daß der Quotient in den ersten Versuchen im allgemeinen höher liegt als in den späteren, obwohl dies nicht immer der Fall ist.

B. Stoffwechsel nach Kohlehydratfütterung.

Versuche 1—6.

Nr.	Datum	Hungertag	Resp. Quot.		O_2 pro kg u. Stunde		Temp		
Mittel aus 1 u. 6	3. u. 9. VI.	5. u. 11.	0,82		63,5		17,8		Hungertage
2	4. VI.	—	0,86	Mittel	62,5	Mittel	17,3	Mittel	Fütterungstage
3	5. „	—	0,92	0,92	66,3	67,3	17,6	17,7	
4	6. „	—	0,98		73,3		18,2		

Zehn Frösche, geliefert am 3. Mai, also bereits 4 Tage hungernd. Der erste Versuch ist ein Hungerversuch; in den folgenden werden die Tiere unmittelbar vor Beginn des Versuchs mit Pillen à 0,1 g Traubenzucker und 0,12 g Bolus alba gefüttert. In den Exkreten, in denen jeweilig am Schluß der einzelnen Versuchstage der Zucker bestimmt wurde, fanden sich zusammen 1,28 g Zucker. Es wurden also 1,8 g Zucker im Organismus verwandt. Es ist demnach eine hyperpeine Fütterung unter Verwendung einer ebenfalls noch hyperpeinen Menge im Organismus (nach Abzug des Zuckers der Exkrete!). Wir sehen in den Zuckerversuchen ein Ansteigen des O_2, das allerdings auch auf die ansteigenden Temperaturen bezogen werden kann. Um die Fütterungsversuche mit dem Hunger vergleichen zu können, dürfen wir nicht nur den ersten Hungerversuch mit seiner niedrigeren Temperatur heranziehen, sondern wir nehmen das Mittel aus ihm und dem Versuch Nr. 6, der den Traubenzuckerversuchen folgt, und erhalten so fast dieselbe Temperatur, die wir aus dem Mittel der drei Zuckerversuche erhalten. Es besteht eine geringe Steigerung des Sauerstoffverbrauchs,

um 6%, in den Zuckerversuchen im Vergleich zu den Hungerversuchen (bei der Ausrechnung der Steigerung in Prozent ist stets der Hunger-O_2 = 100 gesetzt). Auffallend ist, daß der Quotient in den drei Zuckerversuchen erst nach und nach steigt, daß der erste Versuch noch keine deutliche Erhöhung des Quotienten aufweist: auch später werden wir noch die Beobachtung machen, daß nach Darreichen von Zucker der Quotient nicht gleich nach der ersten Fütterung ansteigt, sondern der Anstieg sich erst nach einigen Fütterungstagen zeigt.

Versuche 14—19.

Nr.	Datum	Hungertag	Resp. Quot.	O_2 pro kg u. Stunde	Temp.	
14	18. VI.	—	1,06	71,4 min.	18,5	Fütterungstage
15	19. „	—	1,03	69,5 min.	19,3	
16	20. „	—	1,15?	84,0	19,6	
17	22. „	24.	0,85	57,5	19,8	Hungertage
18	23. „	25.	0,83	65,4	20,1	
19	24. „	26.	0,88	70,1	20,5	

Tiere bereits 19 Tage hungernd. In diesen Versuchen müssen wir das Resultat der Traubenzuckerdarreichung vergleichen mit den darauf folgenden Hungerversuchen. Die Fütterung ist wieder hyperpein, gereicht in Form von Boluspillen wie in den ersten Zuckerversuchen. In den Exkreten fanden sich nach dem ersten Versuch 0,326 g Traubenzucker, nach den beiden folgenden Versuchen kein Zucker. Die Fütterung hat schon 2 Tage vorher begonnen. Dementsprechend sehen wir auch gleich den Quotienten im ersten der drei Fütterungsversuche hoch, etwas über der Einheit. In den anderen beiden Fütterungsversuchen ist er ebenfalls über der Einheit. Der dritte Versuch zeigt einen starken Fehler in der Sauerstoffbestimmung (vielleicht verursacht durch die Abgabe brennbarer Gase?), nach dessen Ausgleich der Quotient aber trotzdem 1,04 ist. Da in den ersten beiden Versuchen je ein Frosch gestorben ist, läßt sich der Sauerstoff nicht genau auf Kilogramm und Stunde berechnen. Daß eine Steigerung des Sauerstoffverbrauchs gegen den Hunger eingetreten ist, zeigt in sehr starkem Maße (47%) der

dritte Versuch, in dem die Temperatur sogar noch etwas niedriger ist als im Hungerversuch Nr. 17, mit dem er zu vergleichen ist. Auffallend ist, daß bei einem so hohen Quotienten in den drei Versuchen die Stickstoffausscheidung eine so große ist, so daß entweder an Fettbildung aus Kohlehydrat oder einen anderen anoxybiotisch zur CO_2-Bildung führenden Prozeß zu denken ist.

Versuche Nr. 27—31.

Nr.	Datum	Hungertag	Resp. Quot.	O_2 pro kg u. Stunde	Temp.	
27	6. VII.	—	0,90	65,8 min.	19,0	Fütterungstage
28	7. „	—	0,94	80,6 min.	19,5	
29	8. „	—	0,92	82,7	19,7	
30	9. „	—	0,98	87,0 min.	19,5	
31	10. „	17.	0,80	69,9	20,0	Hungertag

Im ersten dieser Fütterungsversuche hypopeine Traubenzuckerfütterung nach 12 tägigem Hunger. In den drei folgenden Versuchen hyperpeine Fütterung. In den ersten beiden Versuchen starb je ein Frosch, in den letzten 2 Frösche. In den Exkreten war Zucker nicht vorhanden. Es zeigt sich hier wieder ein Ansteigen des Quotienten in der Aufeinanderfolge der Versuche. In den einzigen vergleichbaren dieser vier Versuche, nämlich dem dritten, zeigt sich eine Steigerung um 20% gegen den Hungerversuch Nr. 31, trotzdem in ihm die Temperatur um $^3/_{10}{}^0$ tiefer liegt als in dem Hungerversuch.

Versuche Nr. 36—43.

Nr.	Datum	Hungertag	Resp. Quot.	O_2 pro kg u. Stunde	Temp.	
36	16. VII.	6.	0,77	83,4	22,1	Hungertage
37	17. „	7.	0,77	82,9	22,2	
38	18. „	—	0,79	98,0	22,2	Fütterungstage
39	19. „	—	0,87	93,0 min.	21,3	
40	20. „	—	0,85	89,5	21,0	
41	21. „	—	0,91	85,7 min.	21,1	
42	22. „	12.	0,78 Mittel	81,8 Mittel	21,1 Mittel	Hungertage
43	23. „	13.	0,80 0,79	74,8 78,3	20,9 21,0	

Es ist hier eine isopeine Fütterung. Jedes Tier bekommt 0,05 g Traubenzucker in Form von Boluspillen. In den Exkreten kein Zucker. Die Tiere haben 7 Tage gehungert und werden vor Beginn des Versuchs zum erstenmal gefüttert. Dementsprechend ist der Quotient im ersten Versuch noch niedrig: 0,79. Er zeigt wieder eine Steigerung im Verlauf der Versuche. Im zweiten und vierten dieser Versuche starben wieder Frösche. Der erste der Versuche zeigt, verglichen mit dem vorhergehenden Hungerversuch Nr. 37, eine Steigerung um 18% bei gleicher Temperatur von 22,2°. Vergleicht man den dritten der Versuche mit dem Mittel aus den beiden Hungerversuchen 42 und 43, so zeigt sich bei gleicher Temperatur von 21° eine Steigerung des O_2 um 14%.

Versuche Nr. 58—60.

Nr.	Datum	Hungertag	Resp. Quot.	O_2 pro kg u. Stunde	Temp.	
58	21. VIII.	10.	0,79	52,3	18,2	Hungertag
60	23. „	—	0,80	59,2	17,8	Fütterungstag

Die Tiere hatten nach einer Fütterung mit reinem Bolus 2 Tage gehungert und bekommen jetzt die isopeine Menge Traubenzucker von 0,05 g in 5 proz. wäßriger Lösung, subkutan injiziert. Es zeigt sich wiederum kein Ansteigen des respiratorischen Quotienten, dagegen im Vergleich mit dem Hungerversuch Nr. 58 ein Anstieg des Sauerstoffs um 13%, trotzdem die Temperatur von 18,2 auf 17,8 herunterging.

Versuche Nr. 61 und 64.

Nr.	Datum	Hungertag	Resp. Quot.	O_2 pro kg u. Stunde	Temp.	
61	24. VIII.	5.	0,82	56,2	18,5	Hungertag
64	28. „	—	0,90	60,8	17,4	Fütterungstag

Die Tiere vom Versuch Nr. 60 bekamen weiter täglich einmal eine subkutane Injektion von 0,05 g Traubenzucker (1 ccm 5 proz. Lösung). Der Versuch ist am 5. Injektionstage der Tiere ausgeführt. Es ergibt sich eine Steigerung des O_2-Verbrauchs gegen-

über dem Hungerversuch Nr. 61 um 7%, obwohl sogar die Temperatur um einen ganzen Grad tiefer liegt als in dem Hungerversuch. Der Quotient ist jetzt auch bis auf 0,904 gestiegen. In den Exkreten fand sich kein Zucker.

C. Stoffwechsel nach Fettfütterung.

Versuche Nr. 9—13.

Nr.	Datum	Hungertag	Resp. Quot.		O_2 pro kg u. Stunde		Temp.		
9	13. VI.	15.	0,87	Mittel	64,7	Mittel	19,2	Mittel	Hungertage
10	14. „	16.	0,84	0,85	54,2	59,4	18,4	18,8	
11	15. „	—	0,85	Mittel	63,3	Mittel	18,4	Mittel	Fütterungstage
12	16. „	—	0,82	0,83	52,8	56,5	18,1	18,1	
13	17. „	—	0,84		53,4		18,0		

Die Tiere haben 16 Tage gehungert und werden nun, gleich vor dem Versuch, zum erstenmal mit Lanolinboluspillen gefüttert, die 0,075 Lanolin enthalten. Das Mittel aus den drei Fettversuchen zeigt keine Steigerung gegenüber dem Mittel der zwei vorangehenden Hungerversuche. Der Quotient zeigt keine Änderung. Da Lanolin ein für den Stoffwechsel indifferentes Fett ist, zeigen diese Versuche, daß sowohl Bolus keinen Einfluß auf den Stoffwechsl hat, als auch, daß eine andere Eigenschaft der Fette als die von oxydablen Substanzen nicht stoffwechselsteigernd wirken kann.

Versuche Nr. 23—25.

Nr.	Datum	Hungertag	Resp. Quot.	O_2 pro kg u. Stunde	Temp.	
23	2. VII.	9.	0,71	74,2	18,9	Hungertag
24	3. „	—	0,78	69,6	18,8	Fütterungstage
25	4. „	—	0,83	68,8 min.	18,4	

Die Tiere haben 10 Tage gehungert und werden nun mit einer isopeinen Menge Olivenöl von 0,02 ccm gefüttert. Die Fütterung war so ausgeführt, daß den Tieren aus einer Pipette die bis auf $^1/_{100}$ ccm graduiert war, $^2/_{100}$ ccm Olivenöl eingeflößt wurde. In dem zweiten Versuch sind vier Tiere gestorben; der Versuch kann

deshalb nicht gut verwertet werden. Eine Steigerung gegen den Hungerversuch des vorangehenden Tages ist am O_2 des ersten Versuches nicht feststellbar.

Versuch Nr. 48 — 53.

Nr.	Datum	Hungertag	Resp. Quot.		O_2 pro kg u. Stunde		Temp.		
48	28. VII.	18.	0,82	Mittel	84,5	Mittel	21,4	Mitt.	Hunger-tage
49	29. „	19.	0,80	0,81	82,4	83,4	21,7	21,3	
50	30. „	—	0,82		85,6		20,8		
51	31. „	—	0,81		81,7		20,8		Fütterungs-tage
52	1. VIII.	—	0,81		102,9		20,7		
53	2. „	—	0,84		100,1		20,2		

Die Tiere bekommen, nachdem sie 9 Tage gehungert haben, in den ersten beiden Versuchen die isopeine Menge Schweinefett per os, und zwar pro Gramm Körpergewicht 2 mg; die Fütterung wurde derart gemacht, daß den Tieren die ganze zu verfütternde Menge Schweinefett abgewogen und dann jedem Tiere seine Portion nach dem Augenmaß abgeteilt wurde. Eine Steigerung gegen die vorhergehenden Hungerversuche tritt im O_2-Verbrauch nicht ein. In dem dritten der Fütterungsversuche bekamen die Tiere dieselbe Menge Schweinefett und außerdem noch eine der früher verwandten Lanolinboluspillen. Auf diese Fütterung hin trat eine deutliche Steigerung des Sauerstoffverbrauchs gegenüber den vorhergehenden Hungerversuchen ein. Sie beträgt 24%, trotzdem die Temperatur von 21,3 auf 20,7 abgefallen war. Der Quotient zeigte keine Veränderung gegenüber den übrigen Versuchen. Am folgenden Tage erhalten die Tiere wieder die isopeine Fettfütterung mit je 2 mg pro Gramm Körpergewicht. Auch in diesem Versuch ist noch eine starke Steigerung gegenüber den Hungerversuchen vorhanden; doch ist es möglich, daß diese Steigerung auf die starke Steigerung durch die Fütterung am Tage vorher noch bezogen werden muß. Die Steigerung nach der Fütterung mit Schweinefett und Lanolinpillen zusammen betrug 24%, die am folgenden Tage etwa ebensoviel (siehe Tabelle), obwohl die Temperatur noch bedeutend gesunken war.

Versuche Nr. 54 und 55.

Nr.	Datum	Hungertag	Resp. Quot.	O_2 pro kg u. Stunde	Temp.	
54	3. u. 4. VIII.	24.	0,84	63,5	19,9	Hungertag
55	5. „	—	0,92	76,1	19,7	Fütterungstag

Die Tiere des Versuchs 53 werden weitergefüttert mit derselben isopeinen Fettmenge und kommen am zweiten Tage nach dem Versuch 53 nochmals zum Versuch. Es zeigt sich gegenüber dem vorangehenden Hungerversuch eine Steigerung des O_2-Verbrauchs von 20%, also zwar geringer als die Steigerung in dem Versuch 53, ist aber doch vielleicht noch auf die vorausgegangene Überfütterung zurückzuführen. Für die um diese Jahreszeit abnorme Höhe des respiratorischen Quotienten (0,9) bin ich nicht in der Lage, eine Erklärung zu geben.

Versuche Nr. 61 und 62.

Nr.	Datum	Hungertag	Resp. Quot.	O_2 pro kg u. Stunde	Temp.	
61	24. VIII.	5.	0,82	56,2	18,5	Hungertag
62	25. „	—	0,79	65,5	18,5	Fütterungstag

Tiere, die 13 Tage gehungert haben, werden nach einem Hungerversuche am vorhergehenden Tag mit der isopeinen Menge von 2 mg Schweinefett pro Gramm Körpergewicht gefüttert. Es zeigt sich bei der gleichen Temperatur von 18,5° ein Steigen des Sauerstoffverbrauchs pro Kilogramm und Stunde um 16% gegenüber dem vorhergehenden Hungerversuch. Der Quotient ist etwas niedriger als in dem vorangehenden Hungerversuch.

D. Stoffwechsel nach Eiweißfütterung.

Versuche Nr. 5—8.

Nr.	Datum	Hungertag	Resp. Quot.	O_2 pro kg u. Stunde	Temp.	
5	8. VI.	10.	0,90	77,4 (?)	18,9	Hungertage
6	9. „	11.	0,84	66,7	18,9	
7	10. „	—	0,85	73,6	19,0	Fütterungstage
8	12. „	—	0,86	86,8 Min.	19,6	

Tiere, die 12 Tage gehungert haben, bekommen je eine Tablette reines Kasein von 0,1 g. Das Resultat beider Fütterungsversuche ist gestört, das des ersten dadurch, daß drei Frösche während des Versuches erbrachen, so daß das Resultat so zu betrachten ist, als habe man 7 kaseingefütterte Tiere in Versuch gehabt; das andere Resultat dadurch, daß drei Tiere während des Versuches starben. Immerhin zeigte sich nach dem ersten Versuch eine Steigerung des O_2-Verbrauchs um 9% gegen den vorangehenden Hungerversuch, bei einer Änderung der Temperatur von 18,9 auf 19°.

Versuche Nr. 17—22.

Nr.	Datum	Hungertag	Resp. Quot.	O_2 pro kg u. Stunde	Temp.	
17	22. VI.	24.	0,85	57,5	19,8	} Hungertage
18	23. „	25.	0,83	65,4	20,1	
19	24. „	26.	0,88	70,1	20,5	
20	25. „	—	0,85	89,5 Min.	20,2	} Fütterungstage
21	26. „	—	0,84	99,6	19,8	
22	27. „	—	0,87	70,2	20,0	Hungertag

Die Tiere bekommen nach 26 Hungertagen die hyperpeine Menge Eierweiß von 0,5 g per os. Das Eierweiß wurde von einem frischen, hartgesottenen Hühnerei genommen[1]). Zwei Frösche sind im Versuch gestorben; das Minimum von Sauerstoff, das pro Kilogramm und Stunde verbraucht worden sein muß, zeigt schon eine Steigerung gegenüber dem vorangehenden Hungerversuch, trotzdem die Temperatur $^3/_{10}{}^0$ niedriger ist als in dem vorangehenden Hungerversuch. Die Steigerung des Sauerstoffminimums beträgt sogar trotz der niedrigen Temperatur 27%. Im zweiten dieser Versuche werden die acht vom vorhergehenden Versuch überlebenden Frösche mit Kaulquappen gefüttert. Vergleicht man diesen Kaulquappenversuch mit dem Hungerversuch Nr. 17, so findet man eine Stei-

1) Die Stickstoffbestimmung im Eierweiß ergab in 2 g Eierweiß 41,6 mg N. Es sind also in 0,5 g Eierweiß 10,4 mg N = 63 mg Eierweiß, etwa die doppelte Menge Eierweiß, als dem von denselben Fröschen im Hunger verbrauchten O_2 entspricht.

gerung des Sauerstoffs um 70%! Am folgenden Tage werden die Tiere ohne Fütterung einem Versuch unterworfen. Interessanterweise zeigt sich in diesem Versuch, wenn man ihn mit dem Hungerversuch Nr. 19, in dem die gleiche Temperatur herrscht, vergleicht, keine Steigerung des Sauerstoffverbrauchs mehr, trotz der mächtigen Steigerung am Tage vorher.

Versuche Nr. 31—35.

Nr.	Datum	Hungertag	Resp. Quot.	O_2 pro kg u. Stunde	Temp.	
31	10. VII.	17.	0,80	69,9	20,0	Hungertage
32	11. ,,	18.	0,83	66,6 Min.	19,8	
33	12. ,,	—	0,81	69,6 Min.	19,4	Fütterungstage
34	13. ,,	—	0,77	78,5	19,5	
35	14. ,,	—	0,81	97,8 Min.	19,7	

Im ersten dieser Fütterungsversuche sind zwei, im letzten dieser Versuche drei Frösche gestorben. Im ersten Versuch bekamen die Tiere Eierweiß in der hypopeinen Menge von 0,05 g. In 2 g Eierweiß fanden sich mittels Kjeldahlscher N-Bestimmung 39,06 mg N. Es bekam also jedes Tier 0,9 mg N = 5,6 mg Eiweiß. Trotzdem die Temperatur in diesem Versuch verglichen mit dem Hungerversuch Nr. 31 um $^6/_{10}{}^0$ tiefer liegt, ist doch sogar das Minimum von Sauerstoff, das bei Miteinrechnung der zwei im Versuch gestorbenen Tiere pro Kilogramm und Stunde verbraucht worden sein muß, genau so groß wie in jenem Hungerversuch. Der Quotient ist derselbe. In den beiden folgenden Versuchen bekommen die Tiere die hyperpeine Menge Eiweiß von 0,5 g = 9 mg N = 56 mg

Versuche Nr. 42—47.

Nr.	Datum	Hungertag	Resp. Quot.		O_2 pro kg u. Stunde		Temp.		
42	22. VII.	12.	0,78	Mittel	81,8	Mittel	21,1	Mittel	Hungertage
43	23. ,,	13.	0,80	0,79	74,8	78,3	20,9	21,0	
44	24. ,,	—	0,78 (?)		94,4 (?)		21,0		Fütterungstage
45	25. ,,	—	0,84	Mittel	101,6	Mittel	21,1	Mittel	
46	26. ,,	—	0,84	aus 45 u. 47:	102,9	aus 45 u. 47:	21,1	aus 45 u. 47:	
47	27. ,,	—	0,84	0,84	118,2	109,9	21,3	21,2	

Eiweiß. In dem Versuch 34 zeigt sich eine Steigerung gegenüber dem Hungerversuch Nr. 31 um 26%, trotzdem die Temperatur um $^5/_{10}{}^0$ tiefer liegt.

Nr. 42—47 Tiere, die 13 Tage gehungert haben, bekommen nach 2 vorausgehenden Hungerversuchen die isopeine Eierweißmenge von 0,25 g. In 5 g Eierweiß waren 95,9 mg N, in 0,25 g also 5 mg N = 32 mg Eiweiß. Im 3. Versuch starb ein Tier. Der 1. Versuch zeigt einen starken Fehler im Sauerstoff, in absoluter Zahl 19,7 ccm O_2 betragend. Nach Ausgleichung des Fehlers würde der Quotient des ersten Versuches etwas höher sein, sich also mehr dem Quotienten der folgenden Versuche nähern, die alle drei 0,84 betragen, also höher sind wie die Quotienten des vorausgehenden Hungerversuchs. Vergleiche ich das Mittel aus den zwei nicht gestörten Versuchen 45 und 47 mit dem Mittel aus den vorangehenden Hungerversuchen, so erhalte ich eine Steigerung dieser beiden Eiweißversuche um 40%, bei einer Temperatur von 21,2 gegen die Hungertemperatur von 21,0.

Versuche Nr. 58 und 59.

Nr.	Datum	Hungertag	Resp. Quot.	O_2 pro kg u. Stunde	Temp.	
58	21. VIII.	10.	0,79	52,3	18,2	Hungertag
59	22. „	—	0,80	63,2	17,8	Fütterungstag

Tiere, die 10 Tage gehungert haben, bekommen nach einem vorausgehenden Hungerversuch die isopeine Menge Kasein von 0,03 g pro Tier per os. Es zeigt sich wiederum ein Quotient, der ein wenig höher ist als der des vorangehenden Hungerversuchs, doch kann diese minimale Differenz zufällig sein. Der O_2-Verbrauch zeigt eine Steigerung um 17%, trotz einer Temperatur von 17,8 gegen die Temperatur des Hungerversuchs von 18,2.

Versuche Nr. 61 und 63.

Nr.	Datum	Hungertag	Resp. Quot.	O_2 pro kg u. Stunde	Temp.	
61	24. VIII.	5.	0,82	56,2	18,5	Hungertag
63	27. „	—	0,82	68,1	17,5	Fütterungstag

Die Tiere des Versuchs 59 sind weiter gefüttert worden, täglich mit derselben isopeinen Menge Kasein von 0,03 mg. Sie kommen jetzt am 5. Fütterungstag in Versuch. Der Sauerstoffverbrauch zeigt eine Steigerung von 21% gegen den Hungerversuch Nr. 61, trotzdem die Temperatur um einen ganzen Grad, von 18,5 auf 17,5, gefallen ist.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Fassen wir die Ergebnisse zusammen, so müssen wir zuerst betonen, daß wir eine ausreichende Konstanz des Hungerstoffwechsels gefunden haben, um aus Änderungen des Stoffwechsels nach Fütterung Schlüsse auf eine Beeinflussung ziehen zu dürfen und diese nicht als rein zufällig erscheinen zu lassen. Da wir eine weitgehende Abhängigkeit des Hungerstoffwechsels von der Temperatur gefunden hatten, müssen wir vor allem die Versuche miteinander vergleichen, in denen dieselbe Temperatur herrscht.

Wir haben gefunden, daß hyperpeine Fütterung von Traubenzucker den O_2 einmal um 6%, ein andermal um 15%, ein drittes Mal um fast 20% steigert. Eine isopeine Fütterung von Traubenzucker per os steigert den Sauerstoffverbrauch um 14%, die Injektion von isopeiner Zuckermenge am ersten Tag um 13%, am 5. Injektionstag um 7%. Der Quotient erhöht sich nicht gleichzeitig beim ersten Versuch zugleich mit der Steigerung des Sauerstoffverbrauchs, sondern eine Erhöhung des Quotienten tritt bei den Zuckerfütterungsversuchen erst nach und nach in den folgenden Versuchstagen auf. Fettfütterung in isopeiner Darreichung mittels Olivenöl steigert den Stoffwechsel nicht; mit Schweinefett ebenfalls einmal nicht; die Steigerung von 20% am zweiten Tag nach einer starken Steigerung ist hier nicht zu berücksichtigen; ein anderes Mal um 16%. Eine Steigerung des Stoffwechsels durch isopeine Fettfütterung ist also nach diesen Versuchen nicht sicher. Bedeutend ist jedoch eine Steigerung des Stoffwechsels nach Fütterung mit Eiweiß mit isopeiner Menge. Es findet sich einmal trotz herabgehender Temperatur um $^4/_{10}{}^0$ eine Steigerung um 17%, ein andermal trotz herabgehender Temperatur um einen ganzen Grad eine Steigerung von 21%;

einmal nach Eierweißfütterung bei herabgehender Temperatur um $^2/_{10}{}^0$ eine Steigerung um 40%. Hyperpeine Fütterung bewirkt einmal eine Steigerung von 9%, ein andermal eine Steigerung von mindestens 27%, ein drittes Mal eine Steigerung von mindestens 26%. — Vergleichen wir nun unsere Ergebnisse mit denen von Georges Weiß, so haben wir im Gegensatz zu ihm erstens einen verhältnismäßig konstanten Stoffwechsel gefunden. Bei Weiß schwankt der Stoffwechsel derselben Tiere an zwei aufeinanderfolgenden Tagen bei derselben Temperatur von 42,3 auf 22,1 (IV)[1]), von 16,8 auf 24,0 (V), von 44,2 auf 27,7 (VI), von 42,7 auf 26,2 (IX). Auch der Quotient zeigt ein so merkwürdiges Verhalten im Hungerversuch. Er zeigt einmal ebenfalls bei denselben Tieren bei derselben Temperatur und an zwei aufeinanderfolgenden Tagen ein Steigen von 0,87 auf 0,94 (X), ein andermal von 0,70 auf 0,83 (XI). Ferner kommt Weiß zu dem, den hier gefundenen Resultaten widersprechenden Ergebnis, daß er bei Zuckerzufuhr überhaupt keine Steigerung des O_2-Verbrauchs findet, sondern nur bei Fleischzufuhr. Ob dieses entgegengesetzte Resultat vielleicht auf die andere Jahreszeit, in der jene Versuche ausgeführt wurden, zurückzuführen ist, läßt sich nicht sagen. Für die tatsächlich auch bei seinen Versuchen stattgehabte Verbrennung des Zuckers führt Weiß an, daß das Gewicht der mit Zuckerlösung injizierten Frösche im Gegensatz zu Kontrollfröschen lange Zeit hindurch konstant blieb und ferner, daß der Quotient in den meisten Zuckerversuchen den Hungerversuchen gegenüber erhöht ist. Jedoch ist dies letztere nicht ganz deutlich der Fall, da sich bei Weiß im Versuch I ein Quotient der Zuckertiere von nur 0,89 gegenüber dem Quotienten der Hungertiere von 0,86 findet. Auch in den übrigen Versuchen ist der Quotient der Zuckertiere nur gering erhöht. Als Ursache für die eigenartigen Resultate von Weiß, besonders die groben Schwankungen seines Hungerstoffwechsels, ist wohl zu betrachten, daß er die Kohlensäure, die von den Tieren erzeugt wurde, nicht entfernte.

---

1) Die römischen Zahlen in den Klammern bedeuten die Nummern der Weiß schen Versuche.

Es entsteht noch die Frage, ob nicht Steigerungen des Stoffwechsels nach Fütterung hier nur Folgen der Fütterung an sich sein können, verursacht durch „Darmarbeit". Dem ist zunächst entgegenzuhalten, daß Steigerung des Sauerstoffverbrauchs um 7—13% auch bei isopeiner Injektion von Traubenzucker stattfand. Daß die Fütterung von Bolus allein die Steigerung hervorgebracht haben könnte, ist aus oben angeführten Gründen schon unwahrscheinlich, dann aber auch, weil ja nach subkutaner Injektion von Traubenzucker ähnlich große Steigerungen des Stoffwechsels aufgetreten sind. Indessen ist es infolge der einmal durch reine Bolusfütterung gefundenen Steigerung nötig, diese Möglichkeit durch eine größere Zahl von Versuchen zu prüfen.

Werden als vergleichbare Mengen die isopein zugeführten Nahrungsmengen gesondert auf ihre Wirkung auf den Stoffwechsel betrachtet, so findet sich zuerst bei isopeiner Traubenzuckerfütterung, mit Bolus zusammen, einmal eine Steigerung von 18%, einmal eine Steigerung von 14%, beide Male bei gleichbleibender Temperatur wie im Hungerversuch. Dieselbe Menge subkutan injiziert, bewirkt am ersten Tage eine Steigerung von 13%, am fünften Tage von 7%, bei einer einen ganzen Grad tieferen Temperatur. Wir sehen also die danach aufgetretene Steigerung zwischen 7 und 18% schwanken. Im Mittel beträgt sie 13%. Im Gegensatz dazu bewirkt eine isopeine Fütterung mit Fett in zwei Versuchen gar keine Steigerung des Stoffwechsels, in einem anderen Versuch eine Steigerung von 16%. Im Mittel der drei Versuche beträgt die Steigerung also 5%. Die Steigerungen, die die isopeine Fütterung mit Eiweiß hervorruft, betragen einmal 40%, ein andermal trotz niedrigerer Temperatur als im Hungerversuch 17%, ein drittes Mal, trotz der einen ganzen Grad tieferen Temperatur, 21%. Das Mittel aus diesen drei Versuchen ergibt also eine Steigerung von 26%.

Es ist also wohl deutlich, daß die Fütterung mit isopeinen Eiweißmengen eine starke Steigerung des O_2-Verbrauchs hervorruft, 17 (mindestens!) bis 40%, im Mittel 26%; die mit isopeinen Kohlehydratmengen nur zwischen 7 und 18%, im Mittel 13% und die mit isopeinen Fettmengen zweimal keine Steigerung, einmal um 16%, im Mittel 5%.

Eine Differenz zwischen Eiweiß und N-freiem Material ist also auch hier deutlich, genau wie sie zuerst von Rubner bei der Untersuchung der „spezifisch-dynamischen" Wirkung der Nahrungsstoffe gefunden wurde. Diese Differenz liegt wohl darin begründet, daß der Organismus Glykogen und Fett kolloid in der Zelle ablagern kann, während beim Eiweiß diese Fähigkeit nur in ganz geringem Ausmaß vorliegt (vgl. dazu von Hößlin und E. J. Lesser, Zeitschr. f. Physiol. Chem., Bd. 73, S. 362 ff.).

Herrn Dr. E. J. Lesser, Vorstand des Laboratoriums der Städtischen Krankenanstalten in Mannheim, unter dessen Leitung ich die Versuche gemacht habe, danke ich für die Unterstützung durch Rat und Tat bei Anfertigung der Arbeit sowie für die Einführung in die Prinzipien, Methodik und Technik der Respirationsversuche und der Gasanalyse; Herrn Direktor Dr. Volhard, dem Leiter der Städtischen Krankenanstalten zu Mannheim, für sein großes Entgegenkommen im Interesse der Anfertigung dieser Arbeit und dafür, daß er die reichen Mittel seines Laboratoriums bereitwilligst zur Verfügung stellte.

Protokolle.

Protokoll von Versuch 44.

Beginn: 24. Juli, 1^{40} h. Frösche von 43, gefütt. mit je 0,25 g Eierweiß.
Temperatur des Rezipienten 21,1°, Barometer 753,2.
Temperatur des Sauerstoffs 21,2°, Gasometerinhalt 2268,8.
Temperatur der Zimmerluft 22,0°, Stand der Bürette 10,7.

Inhalt des Rezipienten, reduz. auf 0 Grad, 760 u. Trockenh., ergibt 1971,8,
Inhalt des Gasometers, reduz. auf 0 Grad, 760 u. Trockenh., ergibt 2034,2.

Beendet: 25. August, 9^{36} h.
Temperatur des Rezipienten 20,9°, Barometer 750,2.
Temperatur des O_2 21,0°, Stand der Bürette 328,8
Temperatur des Zimmers 21,8°.

Inhalt post des Rezipienten, reduz. auf 0 Grad, 760 und Trockenh., ergibt 1968,5 ccm.

Inhalt post des Gasometers, reduz. auf 0 Grad, 760 und Trockenh., ergibt 1750,6 ccm.

Analyse der Gasprobe ante ergibt 20,2% O_2.
Analyse der Gasprobe post ergibt 20,1% O_2.
Analyse des Gasometerinhalts ergibt 4,5% N.

Rezipient ante (reduz.) 1971,8 ccm, davon sind 20,2% O_2 = 398,1 ccm O_2 ante.
Rezipient post (reduz.) 1968,5 ccm, davon sind 20,1% O_2 = 395,9 ccm O_2 post.
△ 3,3 ccm.

Gasometer ante (reduziert) ist 2034,2 ccm
Gasometer post (reduziert) ist 1750,6 ccm
283,6 ccm Gas zugeströmt.
Dazu als Korrektur f. T u. B 3,3 ccm
286,9 ccm O_2 **verbraucht.**

An Gas war zugeströmt: 283,6 ccm
Davon ab 4,5% N = 18,7 ccm
264,9 ccm O_2 zugeströmt.

O_2 ante im Rezipienten	398,1 ccm
O_2 zugeströmt	264,9 ccm
Zusammen post im Rz.	663,0 ccm
O_2 verbraucht	286,9 ccm
O_2 post berechnet	376,1 ccm
O_2 post, gef. d. Gasanal.	395,8 ccm
Fehler im O_2:	△ + 19,7 ccm = 6,7%.

Protokoll von Versuch 52.

1. August, b e g o n n e n 12^{15} h. 7 Frösche, 153 g. Abundante Fettfütterung. (Frösche von Versuch 51).

Temperatur des Rezipienten 21,0°, Barometer 746,8.
Temperatur des O_2-Gasometers 21,0°, Gasometerinhalt 1001 ccm.
Temperatur der Zimmerluft 21,0°, Stand der Bürette 9,6.

Inhalt ante des Rezipienten, reduziert auf 0 Grad, 760 und Trockenh., ergibt 1955,7 ccm.
Inhalt ante des Gasometers, reduziert auf 0 Grad, 760 und Trockenh., ergibt 890,7 ccm.

2. August, b e e n d e t 10^{15} h.

Temperatur des Rezipienten 20,55°, Barometer 747,65.
Temperatur des O_2 20,7°, Stand der Bürette 408,0.
Temperatur des Zimmers 20,2°.

Die Analyse der Gasprobe ante ergibt 20,72% O_2.
Die Analyse der Gasprobe post ergibt 18,96% O_2.
Die Analyse d. Gasometerinh. ergibt 11,4 % N!

Inhalt post des Rezipienten, reduziert auf 0 Grad, 760 und Trockenh., ergibt 1962,2 ccm.

Inhalt post des Gasometers, reduziert auf 0 Grad, 760 und Trockenh., ergibt 537,7 ccm.

Rezipient ante 1955,7, davon 20,72% O_2 = 405,3 ccm O_2 ante.
Rezipient post 1962,5, davon 18,96% O_2 = 372,1 ccm O_2 post.
Δ 6,8

Gasometer ante, reduz. auf 0,760° u. Trock., ist 890,7 ccm
Gasometer post, reduz. auf 0,760° u. Trock., ist 537,7 ccm
353,0 ccm Gas zugeströmt.
Davon ab als Korrektur für T und B: 6,5 ccm
346,5 ccm O_2 **verbraucht.**

An Gas war zugeströmt: 353,0 ccm
Davon ab 11,4% N = 39,9 ccm
313,1 ccm O_2 zugeströmt.

O_2 ante im Rezipienten	405,3 ccm
O_2 zugeströmt	313,1 ccm
Zusammen post im Rez.	718,4 ccm
O_2 verbraucht	346,5 ccm
O_2 post im Rez. berechn.	371,9 ccm
O_2 post im Rez. gefund. (durch Gasanalyse)	372,1 ccm

Δ + 0,2 ccm Fehler im O_2 = 0,0%.

Datum	Nr.	Dauer in Stund.	Frösche g	Temp. $\frac{Ra+Rp}{2}$	CO_2 ccm	O_2 ccm	Fehler im O_2 ccm	Fehler im O_2 %	CO_2/O_2	N mg
										Frösche, geliefert
3. VI. 12	1	23	165	16,7	183,6	228,5	+ 0,7	0,3	0,803	9,8
4. » »	2	21^{30}	165	17,3	201,4	232,9	− 3,4	1,5	0,865	13,2
5. » »	3	20^{30}	165	17,6	207,2	225,1	− 4,3	1,9	0,920	12,9
6. » »	4	22^{40}	165	18,2	270,4	275,3	+ 2,8	1,0	0,982	12,4
8. » »	5	21^{30}	165	18,9	231,2	255,6	− 2,8	1,1	0,904	5,0?
9. » »	6	20^{30}	169	18,9	261,5	310,5	− 5,3	1,8	0,842	
10. » »	7	22^{15}	165	19,0	230,3	270,2	− 7,6	2,8	0,852	
12. » »	8	19^{15}	149	19,6	214,7	248,9	+ 1,1	0,4	0,863	
13. » »	9	21	165	19,2	194,7	224,3	+ 3,2	1,4	0,868	
14. » »	10	28	165	18,4	210,7	250,4	− 8,8	3,4	0,841	
15. » »	11	17^{45}	142	18,4	136,3	159,6	+ 4,3	2,7	0,854	
16. » »	12	26^{15}	142	18,1	162,6	197,0	− 0,3	0,1	0,825	
17. » »	13	22^{20}	142	18,0	142,6	169,3	− 1,9	1,1	0,842	4,5
18. » »	14	14^{20}	163	18,5	173,7	163,7	− 5,0	3,1	1,061	7,8
19. » »	15	20^{15}	152	19,3	216,1	213,8	− 2,7	1,3	1,034	3,5
20. » »	16	21^{50}	131	19,6	276,2	239,9	16,1	6,6	1,151	14,8
22. » »	17	20^{17}	160	19,8	160,8	189,2	− 4,2	2,2	0,850	29,1
23. » »	18	21^{30}	150	20,1	240,1	289,6	+ 1,4	0,5	0,829	43,1
24. » »	19	21^{30}	126	20,5	167,1	189,9	− 3,4	1,8	0,880	15,4
25. » »	20	14^{30}	126	20,2	139,0	163,6	− 5,4	3,4	0,850	30,8
26. » »	21	22^{30}	98	19,8	185,0	219,8	− 4,9	2,2	0,845	29,1
27. » »	22	26^{30}	98	20,0	158,6	182,2	+ 2,3	1,2	0,870	32,6
										Neue Frösche,
2. VII. 12	23	19	214	18,9	213,4	301,6	+ 2,2	0,7	0,708	16,2
3. » »	24	20	214	18,8	233,0	297,9	+ 4,9	1,6	0,785	19,0
4. » »	25	22^{15}	214	18,4	270,9	327,7	6,6	2,0	0,826	16,2
5. » »	26	19^{45}	259	18,6	253,0	298,2	+ 0,6	0,2	0,849	10,1
6. » »	27	21^{20}	187	19,0	236,1	262,0	− 1,3	0,5	0,901	5,0
7. » »	28	20	154	19,5	233,4	248,2	− 3,7	1,5	0,940	6,4
8. » »	29	23	126	19,7	221,0	239,8	+ 0,8	0,4	0,921	5,3
9. » »	30	23^{30}	126	19,5	221,5	224,9	+ 0,7	0,3	0,985	7,0
10. » »	31	17^{45}	235	20,0	234,1	291,1	+ 1,5	0,5	0,802	11,2
11. » »	32	20^{40}	235	19,8	267,1	323,3	− 0,6	0,2	0,828	25,0
12. » »	33	21^{5}	211	19,4	255,4	315,8	+ 1,2	0,4	0,808	27,8
13. » »	34	22^{2}	177	19,5	237,4	308,5	+ 3,6	1,1	0,769	53,2
14. » »	35	22^{5}	177	19,7	317,2	389,7	− 0,9	0,2	0,814	13,2

pro kg u. Stunde CO_2 ccm	pro kg u. Stunde O_2 ccm	pro kg u. Stunde N mg	Bemerkungen
am 30. V.			
48,2	60,0	2,6	10 Fr. hung.; 5. Hungert. 1 Fr. a. Ende d. Vers. †; ersetzt d. gleichschw.
54,0	62,5	1,7	Dies. Fr. gef. m. Pill. à Tr.-Z. 0,1 u. Bol. a. 0,12. In Exkr. Sacch. 0,38 g
61,1	66,3	1,9	» » » » » » » » » » » » » » » » 0,55 g
71,9	73,3	2,0	» » » » » » » » » » » » » » » » 0,35 g
70,0?	77,4?		10 and. Fr. hung.; 10. Hungert. 1 Fr. i. Versuch †; ersetzt. 1,28 g
56,0	66,7		D. Fr. hung.; 11. H.-T. (N-Wert i. Vers. 5–12 w. Kjeld.-Fehl. unzuv.)
62,7	73,6		10 and. Fr.; n. 11 H.-T. gefütt. m. Tabl. Kasein pur. à 0,1 g. 3 Fr. erbr.
74,9 Min.	86,8 Min.		9 ders. Fr. (1 inzw. †). Dies. Fütt. 3 Fr. †, zus. 51 g schwer.
56,2	64,7		10 andere Fr. hungernd. 15. Hungertag
45,6	54,2		Dieselben » » 16. »
54,1	63,3		10 and. Fr.; n. 16 H.-T. gefütt. m. Pil. Lanolin 0,075, Bolus alba 0,23.
43,6	52,8		Dieselben Fr., dieselbe Fütt.
44,9	53,4	7,6	» » » »
74,4 Min.	71,4 Min.	3,3	10 Fr. (V. 6); gef.: Js. 0,1; Bol. 0,12. — 3 Fütt.-T. — 1 Fr. † = 11 g.
70,2 Min.	69,5 Min.	1,2	9 ders. Fr., dieselbe Fütt.; 1 Fr. † = 21 g In Exkr. Sacch. 0,32 g
96,7	84,0	5,1	8 » » » » » » » 0,00 g
			» » » 0,00 g
			0,32 g
49,0	57,5	8,9	10 Fr. v. Vers. 10. 24. Hungertag } hungernd
54,3	65,4	9,7	» » » « » 25. » } hungernd
61,7	70,1	5,7	10 andere Fr. 26. » } hungernd
76,1 Min.	89,5 Min.	16,8	Dies. Fr. Abund. Fütt. m. je 0,5 g Eierweiß. 2 Fr. † = 28 g
84,2	99,6	13,1	8 ders. Fr. Fütt. m. je 1 Kaulquappe pro Fr.
61,1	70,2	12,5	Dieselben Fr. ohne Fütterung
geliefert am 24. VI.			
52,5	74,2	3,4	10 Fr. hungernd; 9. Hungertag
54,7	69,6	4,4	Dieselben, gefüttert mit je 0,02 ccm Olivenöl
	68,8 Min.		» » » » » » » . 4 Fr. † = 84 g
?	?	?	10 andere Fr. hungernd; 3 †, zus. 72 g. 12. Hungertag
95,3 Min.	65,8 Min.	1,2–1,5	7 ders. Fr. gef. m. je 0,03 g Tr.-Z. (Bolusp.). 1 Fr. = 33 g } In den Exkret. Sacch.–
75,8 Min.	80,6 Min.	2,1–2,5	6 » » » » » 0,07 g » » 1 » = 28 g } In den Exkret. Sacch.–
76,3	82,7	1,8	5 » » » » » 0,07 g » » } In den Exkret. Sacch.–
85,7 Min.	87,0 Min.	4,3 Min.	5 » » » » » 0,07 g » « 2 » = 45 g } In den Exkret. Sacch.–
56,1	69,9	2,7	10 andere Fr. hungernd. 17. Hungertag.
55,1 Min.	66,6 Min.	5,1 Min.	Dieselben » » 18. » 1 Fr. = 24 g
56,3 Min.	69,6 Min.	8,1 Min.	9 ders. Fr. gef. m. je 0,05 g Eierweiß. 2 Fr. † = 34 g } In 2 g Eierweiß 40 mg N
60,4	78,5	13,5	7 » » » » » 0,5 » » } In 2 g Eierweiß 40 mg N
79,7 Min.	97,8 Min.	3,3 Min.	7 » » » » » » » » 1 Fr. † = 19 g } In 2 g Eierweiß 40 mg N

Datum	Nr.	Dauer in Stund.	Frösche g	Temp. $\frac{Ra + Rp}{2}$	CO_2 ccm	O_2 ccm	Fehler im O_2 ccm	Fehler im O_2 %	CO_2/O_2	N mg
										Neue Frösche,
16.VII.12	36	23	214	22,1	315,8	410,7	— 2,2	0,5	0,769	8,5
17. » »	37	20^{45}	214	22,2	282,0	368,3	+ 0,2	0,0	0,766	15,9
18. » »	38	19^{3}	214	22,2	320,3	404,9	+ 2,2	0,5	0,791	7,0
19. » »	39	23^{2}	214	21,3	372,5	426,7	— 2,3	0,6	0,873	12,9
20. » »	40	21^{2}	167	21,0	268,6	317,1	+ 2,6	0,8	0,848	6,2
21. » »	41	22^{2}	167	21,1	289,6	316,0	— 4,1	1,3	0,911	14,0
22. » »	42	20^{15}	152	21,1	195,5	251,0	+ 1,7	0,7	0,776	22.5
23. » »	43	22^{45}	152	20,9	206,7	258,6	+ 2,2	0,9	0,799	10,6
24. » »	44	20	152	21,0	223,2	286,9	+ 19,7	6,7!	0,748	4,48
25. » »	45	19^{5}	152	21,1	253,9	301,1	— 2,8	0,9	0,843	31,1
26. » »	46	22^{5}	152	21,1	292,6	352,0	— 2,8	0,9	0,842	21,0
27. » »	47	22^{2}	135	21,3	298,8	354,4	— 5,3	1,5	0,843	28,0
28. » »	48	19^{5}	153	21,4	207,1	252,0	— 8,7	3,5	0,822	28,0
29. » »	49	21^{5}	153	21,2	212,0	264,9	+ 2,6	1,0	0,800	22,0
30. » »	50	20^{3}	153	20,8	217,0	265,9	— 0,4	0,2	0,816	10,0
31. » »	51	23	153	20,8	233,0	287,4	+ 0,8	0,3	0,811	33,6
1.VIII.12	52	22	153	20,7	281,8	346,5	+ 0,2	0,0	0,813	19,6
2. « »	53	20^{5}	153	20,2	262,8	314,0	— 0,2	0,0	0,837	16,8
3.u.4.» »	54	43 !	97	19,9	221,5	264,8	— 2,2	0,8	0,836	11,2
5. » »	55	20^{6}	109	19,7	157,7	171,5	+ 1,0	0,6	0,920	12,0
										Neue Frösche,
19. » »	56	20^{2}	208	19,2	192,5	237,7	— 6,2	2,3	0,810	3,2
20. » »	57	15^{8}	208	19,2	181,3	232,8	— 0,9	0,4	0,779	8,7
21. » »	58	18^{45}	201	18,2	155,3	197,2	+ 7,5	3,9	0,793	2,8
22. » »	59	16^{45}	201	17,8	170,7	212,8	— 1,8	0,9	0,892	7,0
23. » »	60	27^{6}	208	17,8	274,8	339,3	— 2,7	0,9	0,804	11,8
										Neue Frösche,
24. » »	61	22^{5}	192	18,5	197,3	241,5	— 3,1	1,2	0,817	4,7
25. » »	62	36	192	18,5	355,9	450,6	— 10,0	2,2	0,790	10,1
27. » »	63	16^{5}	201	17,1	185,8	225,9	9,0	4,0	0,823	22,7
28. » »	64	21^{6}	208	17,4	247,3	273,2	— 8,7	3,2	0,905	10,8

pro kg u. Stunde CO_2 ccm	pro kg u. Stunde O_2 ccm	pro kg u. Stunde N mg	Bemerkungen
geliefert am 11. VII.			
64,2	83,4	1,7	9 Fr. hungernd; 6. Hungertag.
63,5	82,9	3,6	» » 7. »
77,6	98,0	1,7	Dieselb., gefütt. mit je 0,05 g Traubenz. (Bolus).
81,2 Min.	93,0 Min.	2,8 Min.	» » » » » » » » 2 F. † = 47 g.
75,9	89,5	1,7	7 ders. Fr. » » » » » » »
78,0 Min.	85,7 Min.	3,8 Min.	« » » » » » » » » » 1 Fr. † = 19 g.
63,5	81,8	7,3	9 andre Fr. hungernd; 12. Hungertag.
59,8	74,8	3,1	Dieselben » 13. «
73,4	94,4	1,5	Dieselben, gefütt. mit je 0,25 g Eierweiß.
85,7	101,6	10,5	« » » » » » »
86,6 Min.	102,9 Min.	6,1 Min.	» » » » » » » 1 Fr. † = 17 g.
99,7	118,2	9,3	8 derselben Fr. » » » » »
69,4	84,5	9,4	7 andre Fr. hungernd; 18. Hungertag.
66,0	82,4	6,8	Dieselben » » 19. »
69,8	85,6	3,2	Dieselben, gefütt. mit je 2 mg Schweinefett pro g Körpergewicht.
66,2	81,7	9,5	» » » » » » » ,, ,, ,,
83,7	102,9	5,8	» » » » » » » + Lanolinboluspille.
83,8	100,1	5,4	» » » » » » » pro g.
53,1	63,5	4,7	7 andre Fr. hungernd; 24. Hungertag.
70,2	76,1	5,3	5 (überleb.) Fr. v. Vers. 53, gefütt. m. 2 mg Schweinef. pro g. 6. Fütt.-T.
geliefert am 12. VIII.			
45,8	56,6	0,8	8 Fr. hungernd; 8. Hungertag.
55,2	70,8	2,6	Dieselben Fr., gefüttert mit Bol. alb. à 0,2 g.
41,9	52,3	7,4	8 andre Fr. hungernd; 10. Hungertag.
50,7	63,2	2,1	Dieselben, gefüttert mit Kasein à 0,03 g.
47,9	59,2	2,0	D. 8 Fr. v. Vers. 57, je 0,05 g Trb.-Z. (1 ccm. 5% Lös.) subk. Exkr.: Sacch.–
geliefert am 20. VIII.			
45,9	56,2	1,0	8 andre Fr. hungernd. 5. Hungertag.
51,8	65,5	2,9	Dieselben, gefüttert mit je 2 mg Schweinefett pro g Gewicht.
56,0	68,1	6,4	Die 8 Fr. vom Vers. 59, gef. mit Kasein à 0,03 g. 5. Fütterungstag.
55,0	60,8	2,4	D. 8 Fr. v. V. 60, je 0,05 Trb.-Z. subk. 5. Injektions-T. Exkr.: Sacch.–

In Exkreten Sacch. –

In 5 g Eierweiß fanden sich 95,9 mg N.

Lebenslauf.

Ich, Ludwig Bernhard Friedrich Elsas, evangel. Bekenntnisses, wurde geboren am 20. Februar 1888 zu Marburg a. L. als Sohn des im Jahre 1895 verstorbenen außerordentlichen Professors der Physik an der Universität Marburg Adolf Elsas und dessen Ehefrau Luise, geborene Kleinschrod. Ich besuchte das Gymnasium zu Marburg von Ostern 1897 bis Ostern 1906 und verließ es mit dem Reifezeugnis. Ich studierte daraufhin zunächst 2 Semester, Sommer-Semester 1906 und Winter-Semester 1907, zu Tübingen, danach in Marburg a. L. die übrigen 8 Semester Medizin. Die ärztliche Vorprüfung und das Staatsexamen bestand ich in Marburg, erstere im Herbst 1908, letzteres im Frühjahr 1911. Mein praktisches Jahr und danach noch 3 Monate als Assistent verbrachte ich auf der inneren Abteilung des Allgemeinen Städtischen Krankenhauses zu Mannheim.

Meine akademischen Lehrer waren: in Tübingen: Froriep, Haidenhain, von Koken, Paschen, Wislicenus; in Marburg: Bach, Bencke, Bonhoff, Brauer, Bruns, Disse, Friedrich, Fries, Gasser, Gürber, Haecker, Hildebrand, Hübner, Jahrmärker, Korschelt, Krauß, Kutscher, Lohmann, Meyer, Müller, Ostmann, Richarz, Rieländer, Römer, Sauerbruch, Schenk, Schöne, Sittler, Stoeckel, Tuczek, Zinke, Zumstein.